

**IDENTIFIKASI MAKROBENTOS SEBAGAI INDIKATOR TINGKAT
PENCEMARAN AIR SUNGAI WAY MOROTAI
BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Biologi**

Oleh :

**HERA WULANDARI
NPM : 1511060255**

Jurusan : Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
RADEN INTAN LAMPUNG
1440 H/2019 M**

**IDENTIFIKASI MAKROBENTOS SEBAGAI INDIKATOR TINGKAT
PENCEMARAN AIR SUNGAI WAY MOROTAI
BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Biologi**

Oleh :

**HERA WULANDARI
NPM : 1511060255**

Jurusan : Pendidikan Biologi

**Pembimbing I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
Pembimbing II : Suci Wulan Pawhestri, M.Si**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
RADEN INTAN LAMPUNG
1440 H/2019 M**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI MAKROBENTOS SEBAGAI INDIKATOR TINGKAT PENCEMARAN AIR SUNGAI WAY MOROTAI BANDAR LAMPUNG

Oleh :

HERA WULANDARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman makrobentos di sungai Way Morotai, mengetahui tingkat pencemaran air yang terdapat di aliran sungai Way Morotai, dan untuk mendapatkan data terbaru mengenai keadaan fisika, kimia, dan biologi sungai Way Morotai.

Penelitian ini dilaksanakan dengan pengambilan sampel fisika, kimia, dan biologi di sungai Way Morotai yang berada di Jl. Pulau Morotai. Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Agustus sampai bulan September 2019. Penilaian kualitas air dengan parameter fisika yang diukur meliputi suhu, kedalaman, dan kecerahan. Parameter kimia yang diukur meliputi pH, COD, DO, dan BOD yang dilakukan di laboratorium UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Bandar Lampung. Parameter biologi yang diukur meliputi keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi makrobentos. Proses identifikasi parameter biologi dilakukan di Laboratorium Terpadu UIN Raden Intan Lampung.

Dari hasil penelitian diperoleh nilai indeks keanekaragaman yang tertinggi terlihat pada stasiun II sampling kedua dengan nilai 1,34, nilai tersebut termasuk kedalam kategori keanekaragaman sedang berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Winner (H'). Nilai indeks keseragaman tertinggi terdapat pada stasiun II sampling kedua dengan nilai 0,96, nilai tersebut termasuk kedalam keseragaman populasi tinggi berdasarkan indeks keseragaman Evenness (E). Untuk nilai indeks Dominansi tertinggi terdapat pada stasiun III sampling pertama dengan nilai 0,68, nilai tersebut termasuk kedalam tingkat dominansi tinggi yang menunjukkan bahwa tingkat komunitas hewan yang terdapat didalamnya rendah berdasarkan indeks Dominansi Simpson (C). Pada penilaian kualitas air berdasarkan parameter kimia dan fisika, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kualitas air di sungai Way Morotai termasuk kedalam air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan kegiatan yang serupa sesuai dengan peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang klasifikasi mutu air. Berdasarkan hasil penelitian air secara biologi, kimia, dan fisika dapat disimpulkan bahwa kualitas perairan di sungai Way Morotai termasuk kedalam kategori tercemar berat.

Kata kunci : Kualitas Air, Makrobentos, Pencemaran Sungai.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Identifikasi Makrobentos Sebagai Indikator Tingkat
Pencemaran Air Sungai Way Morotai Bandar Lampung

Nama : Hera Wulandari
NPM : 1511060255
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd.
NIP. 19840228 2006 04 1 004

Pembimbing II

Suci Wulan Pawhestri, M.Si
NIP. .

Mengetahui,
Ketua Prodi Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 19750514 2008 01 1 009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Lef. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **"Identifikasi Makrobentos Sebagai Indikator Tingkat Pencemaran Air Sungai Way Morotai Bandar Lampung"** disusun oleh : **Hera Wulandari, NPM : 1511060255, Prodi : Pendidikan Biologi**, telah diujikan dalam sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal : **Jumat, 15 November 2019.**

TIM MUNAQSAH

Ketua Sidang : Dr. Hj. Nilawati Tajuddin, M.Pd (.....)

Sekretaris : Aryani Dwi Kesumawardani, M.Pd (.....)

Penguji Utama : Dwijowati Asih Saputri, M.Si (.....)

Penguji Pendamping I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd (.....)

Penguji Pendamping II : Suci Wulan Pawhestri, M.Si (.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd

NIP. 19640828 198803 2 002

MOTTO

QS. An-Nur Ayat 45

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِنْ مَّاءٍ ۖ فَمِنْهُمْ مَنْ يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَنْ يَمْشِي
عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَنْ يَمْشِي عَلَىٰ أَرْبَعٍ ۚ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ ۚ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ
كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Artinya : “Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.”. (QS. An-Nur : 45)¹

¹Departemen Agama RI, *Alquran Dan Terjemahannya* (Bandung: Sygma Examedia, 2010), h. 356.

PERSEMBAHAN

Teriring do'a dan rasa syukur ke hadirat Allah SWT, penulis persembahkan skripsi ini sebagai bukti dan cinta kasih yang tulus kepada :

1. Mutiara hatiku Ibunda Tumiyem dan Ayahanda Jakimin, yang senantiasa mencurahkan kasih sayang dari kecil hingga saat ini, yang tiada pernah usai dalam mendoakan ananda dalam meraih keberhasilan.
2. Kakakku tersayang Dewi Apriyani yang senantiasa mendoakan dan selalu memberiku semangat, dengan dirimulah kujalani hari-hari yang penuh keceriaan dan kegembiraan.
3. Teman Hatiku M Abdul Ajiz Zabar Milak yang telah menemani dari titik terendah hingga kini semoga selalu dalam ridho Allah SWT.
4. Almamaterku tercinta UIN Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Hera Wulandari merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan suami istri Bapak Jakimin dan Ibu Tumiyem yang lahir pada tanggal 23 Agustus 1997 yang bertempat di Pematang Tahalo, kec. Bandar Sribhawono, Lampung Timur, Lampung.

Riwayat pendidikan yang pernah ditempuh oleh penulis yaitu dimulai dari TK Pertiwi yang diselesaikan pada tahun 2003. Kemudian melanjutkan pendidikan di SDN 1 Pematang Tahalo yang diselesaikan pada tahun 2009. Setelah itu melanjutkan pendidikan di SMPN 2 Jabung yang diselesaikan pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Kosgoro yang diselesaikan pada tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa UIN Raden Intan Lampung di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi. Penulis telah menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2018 di Desa Tanjung Sari, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan dan pada tahun yang sama menjalankan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di SMA 16 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirohim

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat hidayah dan inayahnya sehingga kita masih diberikan keistiqomahan dalam beribadat kepada-Nya, dan yang kedua sholawat serta salam kami sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, semoga kita diakui serta mendapat syafaatnya di yaumul kiamah nanti amin ya robal alamain. Berkat kesempatan yang bahagia ini penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Identifikasi Makrobentos Sebagai Indikator Tingkat Pencemaran Kualitas Air Sungai Way Morotai Bandar Lampung”. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung beserta jajarannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Dr. Eko Kuswanto, M.Si. selaku Ketua Jurusan Program Studi Pendidikan Biologi sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd. sebagai pembimbing I dan Ibu Suci Wulan Pawhestri, M.Si. sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

4. Segenap Dosen dan karyawan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
5. Indah Nurjanah, Lestari Ramadini, Sella Melinda sebagai rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan dan bantuannya dalam penelitian skripsi di sungai Way Morotai.
6. Sahabat Gen Kethceh: Cahaya Istiqomah, Diah Mega Pratiwi, Dwi Astuti dan sahabat Terjonesku Hepi Diana yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan semangat selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Sahabat-sahabat seperjuangan Angkatan Biologi 2015 khususnya kelas Biologi D yang tidak dapat penulis sebut namanya satu per satu yang tiada henti memberikan dukungan, motivasi, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat PPL SMA 16 Bandar Lampung dan teman-teman KKN Desa Tanjung Sari, Kec Natar, Lampung Selatan yang telah memberikan kenangan tersendiri.

Bandar Lampung, 30September 2019
Penulis

Hera Wulandari
NPM. 1511060255

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Batasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Manfaat Penelitian	8

BAB II LANDASAN TEORI

A. Pencemaran Air	10
B. Indikator Biologi	16
C. Indikator Kimia	23
D. Indikator Fisika	29
E. Profil Sungai Way Morotai	31

F. Kerangka Berfikir	31
G. Hipotesis	33

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	34
B. Alat dan Bahan	35
C. Cara Kerja	35
D. Desain Penelitian	46
E. Analisi Data	46
F. Alur Kerja Penelitian	49

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	
1. Parameter Biologi	51
2. Parameter Kimia	56
3. Parameter Fisika	58
B. Pembahasan	59

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	80
B. Saran	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Golongan Baku Mutu Air	15
2.2 Baku Mutu Air	15
2.3 Contoh Bentos Yang Toleran Terhadap Pencemaran	18
3.1 Indeks keseragaman Shannon-Wiener	46
3.2 Indeks keseragaman Evenness	47
3.3 Indeks dominansi Simpson	47
4.1 Jumlah makrobentos sampling 1 dan 2	51
4.2 Hasil perhitungan Indeks keseragaman, Indeks keseragaman, Indeks dominansi sampling pertama	54
4.3 Hasil perhitungan Indeks keseragaman, Indeks keseragaman, Indeks dominansi sampling	54
4.4 Hasil pengukuran parameter kimia	56
4.5 Hasil pengukuran parameter fisika	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Skema Kerangka Pikir.....	32
3.1 Peta Keseluruhan Lokasi Penelitian	33
3.2 Penentuan Titik Lokasi	34
3.3 Peta Aliran Tengah Dengan 3 Titik Stasiun	35
3.4 Stasiun 1 Dengan 3 Titik Pengamatan	35
3.5 Stasiun 2 Dengan 3 Titik Pengamatan	36
3.6 Stasiun 3 Dengan 3 Titik Pengamatan	36
3.7 Pengambilan sampel secara umum	37
3.8 Pengambilan sampel makrobentos	38
3.9 Pengukuran suhu	39
3.10 Pengukuran kecerahan	40
3.11 Pengukuran DO	41
3.12 Pengukuran Parameter Kimia BOD	42
3.13 Pengukuran Parameter Kimia	43
3.14 pengukuran parameter kimia COD	44
3.15 skema penelitian	48
4.1 Lymnaeidae	52
4.2 Physidae	52
4.3 Lumbricidae	53
4.4 Thiaridae	53
4.5 Lymnaeidae	61

4.6 Physidae	62
4.7 Lumbricidae	62
4.8 Thiaridae	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Air menjadi salah satu faktor yang penting dalam setiap kehidupan di bumi. Manusia, hewan, dan tumbuhan membutuhkan air sebagai komponen pokok dalam kehidupannya. Tumbuhan memerlukan air untuk membantu dalam proses fotosintesis yang akan menghasilkan makanan untuk konsumen pertamanya. Manusia dan hewan memerlukan air sebagai pengangkut sisa metabolisme yang ada dalam tubuh, selain itu manusia juga membutuhkan air dalam kehidupan sehari-harinya.

Air sebagai media internal dapat didefinisikan sebagai bahan baku reaksi yang ada dalam tubuh, selain itu air berfungsi sebagai pembawa bahan makanan menuju seluruh tubuh dan menjadi media pengangkut sisa metabolisme yang akan dikeluarkan dari dalam tubuh. Sedangkan air yang menjadi media eksternal memiliki fungsi sebagai habitat makhluk hidup².

Kualitas air yang diperlukan oleh makhluk hidup dalam melangsungkan kehidupannya haruslah sesuai dengan baku mutu air yang telah ditetapkan. Kondisi air menjadi salah satu indikator terpenting dalam mengetahui tingkat pencemaran suatu perairan, selain itu dapat juga dilihat dari karakteristik yang mengandung polutan maupun sedimen³.

²M Ghufuran H kordi K, Andi Baso Tancung, *Pengelolaan Kualitas Air* (Jakarta: Rineka Cipta, 2010), h. 1.

³A. Tresna Sastrawijaya, *Pencemaran Lingkungan* (Jakarta: Rineka Cipta, 2009), h 11-15.

Peraturan pemerintah nomor 82 tahun 2001 menyatakan bahwa air menjadi sumber daya alam yang mempunyai kegunaan bagi kehidupan sehingga dapat mensejahterakan manusia. Transisi pada kondisi suatu perairan mudah sekali untuk berubah-ubah dimana perubahan dari suatu kondisi kualitas air dapat dikarenakan oleh penggunaan lahan, litologi, waktu, curah hujan serta aktivitas manusia yang dapat berdampak pada pencemaran air sungai baik dari segi fisik, kimia, dan biologi⁴.

Sungai merupakan tempat maupun wadah yang dapat menjadi aliran air dari sumber mata air hingga ke daerah muara. Sungai umumnya memiliki batas batas disekitarnya. Terdapat tiga bagian pada sungai yaitu yang biasa disebut dengan bagian hulu, bagian tengah yang biasanya memanjang serta bagian akhir yaitu hilir⁵. Sungai menjadi tempat bertemunya air yang berada dalam suatu daerah. Aliran sungai umumnya berasal dari hulu kemudian sampai ke hilir. Mutu air sungai pada suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh kegiatan manusia. Penurunan mutu dan kualitas air sungai akan berakibat pada penurunan jumlah biota sungai dan akan memperburuk kualitas air sungai yang berada di hilir⁶.

Penurunan mutu suatu perairan berdampak pada kebutuhan akan konsumsi air dari tahun ke tahun. Penggunaan air dalam sehari-hari mulai dari kebutuhan untuk konsumsi, untuk keperluan mencuci baju maupun sayuran yang akan

⁴Ulfah Sarach Sheftiana and Anik Sarminingsih, "Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus : Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah)". *Jurnal Teknik lingkungan*, Vol. 6 No. 1 (2017), h. 1.

⁵Rina Budi Satiyarti, et. al, "Makrobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Way Belau Bandar Lampung", *Jurnal Majalah Teknologi Agro Industri*, Vol. 9 No. 2 (Desember 2017), h. 1.

⁶Ekha Yogafanny, "Pengaruh Aktifitas Warga Di Sempadan Sungai Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo", *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, Vol. 7 No. 1 (Januari 2015), h. 42.

berakibat menurunkan kualitas air itu sendiri. Suatu perairan dapat dikatakan tercemar apabila terdapatnya suatu bahan atau keadaan yang dapat mengakibatkan kualitas dari perairan tersebut menjadi menurun hingga ke tingkat tertentu yang menjadikan perairan tidak memenuhi baku mutu untuk digunakan pada keperluan tertentu⁷.

Pencemaran dapat diartikan sebagai masuk atau dimasukkannya suatu bahan pencemar dimana memiliki sifat toksin untuk biota yang berada di perairan tersebut sehingga dapat mengubah kondisi kimia dan fisik pada suatu wilayah yang akan berdampak pada berkurangnya keberagaman komunitas air sungai. Hal ini disebabkan tidak semua spesies biota yang terdapat di sungai memiliki daya tahan maupun kemampuan untuk bertahan hidup yang sama. Untuk mengetahui suatu perairan tercemar atau tidak dapat dilihat dengan kehadiran organisme penghuni perairan tersebut. Organisme yang dapat dijadikan sebagai indikator mengenai status pencemaran di perairan tersebut adalah organisme yang memiliki respon terhadap bahan pencemar⁸.

Dalam firman Allah yang berbunyi :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya : “ *Telah tampak kerusakan di darat dan di laut di sebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).*” (QS. AR-RUM ayat 41)

⁷Agoes Soegianto, *Ekologi Perairan Tawar* (Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan Aup, 2010), h. 45.

⁸Merliyana, "Analisis Status Pencemaran Air Sungai Dengan Makrobentos Sebagai Bioindikator Di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Betung". (Disertasi Program Pendidikan Biologi Universitas Islam Raden Intan Lampung, 2017), h. 2.

QS. Al-A'raf ayat 56

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ

مِنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya : “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (QS. Al-A'raf ayat 56)

Seperti yang telah di ungkapkan dalam ayat tersebut bahwa manusia telah melakukan banyak kesalahan, dimana kesalahan tersebut yaitu mencemari dan merusak lingkungan yang telah di berikan oleh Allah SWT. Mulai dari kesalahan manusia dalam mengelola sampah rumah tangga maupun sampah pabrik yang dapat mencelakai dirinya sendiri. Sebagai makhluk ciptaan Allah SWT yang memiliki kesempurnaan di bandingkan dengan makhluk ciptaan yang lainnya dan sebagai khalifah di muka bumi ada baiknya kita menjaga serta melestarikan lingkungan alam sekitar untuk kelangsungan hidup anak cucu kita. Selain itu pemanfaatan sumber daya alam seharusnya digunakan dengan bijak. Hal ini dilakukan agar tidak menimbulkan keserakahan yang berakibat buruk dalam jangka panjang.

Sebagai makhluk yang berakhlak akan baiknya menghindari perbuatan buruk seperti membuat kerusakan di bumi. Kerusakan yang dilakukan di bumi dapat berupa membunuh manusia, menghancurkan rumah-rumah, membunuh hewan-hewan dan menebang pepohonan, mengeringkan sungai-sungai, dan berbuat kerusakan di muka bumi juga kafir kepada Allah SWT. terjerumus

kedalam maksiat serta tidak menjalankan aturan sesuai syariat setelah ditentukan dan ditetapkan. Sebelumnya Allah SWT. telah mengutus para Rosul dengan kitab-kitabnya guna menetapkan syariat-syariat dan dibangun dengan baik oleh orang yang baik dan beriman. Maka perbanyaklah berdoa kepada Allah SWT. karena takut dengan hukumannya dan menginginkan rahmat dan keutamaanNya. Sesungguhnya rahmat, ampunan dan ijabah Allah atas doa itu merupakan perkara yang dekat dengan orang-orang yang baik amalnya, yaitu orang-orang yang mengikuti perintahNya dan meninggalkan laranganNya.

Perairan asin ataupun perairan tawar memiliki dua komponen antara lain komponen abiotik serta komponen biotik. Dari kedua komponen tersebut memiliki keterkaitan satu dengan yang lain. Komponen biotik merupakan komponen penyusun ekosistem yang merupakan makhluk hidup atau dapat bergerak maupun berkembangbiak. Sedangkan komponen abiotik adalah komponen yang menjadi penyusun suatu ekosistem yang terdiri dari benda yang tidak hidup atau mati. Dari kedua komponen ini komponen biotik dapat digunakan menjadi indikator dalam pencemaran yang terdapat pada suatu sungai.

Salah satu komponen biotik yang umumnya terdapat di sungai yaitu plankton, bentos maupun ganggang. Berdasarkan ukurannya bentos memiliki tiga golongan yaitu mikrobentos, mesobentos, dan makrobentos. Mikrobentos memiliki ukuran $< 0,1$ milimeter, organisme ini tidak dapat terlihat secara langsung sehingga membutuhkan bantuan mikroskop. Mesobentos memiliki

ukuran 0,1-1,0 milimeter, organisme ini sebagian masih dapat dilihat secara langsung tanpa bantuan mikroskop⁹.

Makrobentos umumnya dapat melewati mata saring yang memiliki ukuran 1,0x1,0 milimeter, sedangkan untuk ukuran dewasa sekitar 3-5 milimeter. Kehidupan makrobentos dapat dibedakan menjadi dua golongan berdasarkan letaknya seperti makrobentos infauna dan makrobentos epifauna. Makrobentos infauna dapat dikatakan sebagai organisme yang keberadaannya dapat ditemukan pada lumpur-lumpur, sedangkan makrobentos epifauna dapat ditemukan pada substrat. Makrobentos memegang peranan yang penting dalam suatu ekosistem dimana makrobentos ini menjadi mediator dalam setiap gelombang energi dari alga planktonik hingga sampai pada konsumen tingkat tinggi¹⁰. Penggunaan makrobentos sebagai salah satu bioindikator pada pencemaran sungai ini di karenakan cara hidupnya yang masih menetap pada sedimen dasar perairan, memiliki tingkat kepekaan terhadap beberapa bahan pencemar sehingga akan mempermudah dalam pengamatan¹¹.

Sungai way Morotai terdapat di jl. Pulau Morotai, Jagabaya III kecamatan sukabumi, kota Bandar Lampung. Sungai yang difungsikan untuk kegiatan manusia ini umumnya untuk mencuci dan mandi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status pencemaran air yang terdapat di sungai way Morotai dengan

⁹Melati Feranita Fachrul, *Metode Sampling Bioteknologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2012), h. 101-102.

¹⁰Rina Budi Satiyarti *et all*, "Makrobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Aie Sungai Way Belau Bandar Lampung", h. 2.

¹¹Andria Oktarina, Tati Suryati Syamsudin, "Keanekaragaman Dan Distribusi Makrozoobentos Di Perairan Lotik Dan Lentik Kawasan Kampus Institut Teknologi Bandung , Jatinangor Sumedang, Jawa Barat". *JurnalPros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, Vol. 1 No. 2 (April 2015), h. 227.

makrobentos sebagai indikator biologi. Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Identifikasi Makrobentos Sebagai Indikator Tingkat Pencemaran Kualitas air Sungai Way Morotai Bandar Lampung”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah:

1. Sungai Way Morotai berpotensi tercemar diakibatkan oleh adanya kegiatan masyarakat di sekitar sungai.
2. Belum diketahui tingkat pencemaran air yang ada di sungai Way Morotai.
3. Belum adanya data mengenai faktor fisika, kimia, dan biologi terbaru di sungai Way Morotai.

C. Batasan Masalah

Agar pembahasan dapat fokus dan mencapai harapan, maka permasalahan penelitian ini hanya dibatasi pada:

1. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji tingkat pencemaran air di sungai Way Morotai pada zona tengah sungai dengan tiga stasiun dan menggunakan tiga titik sampling
2. Parameter yang akan diukur adalah parameter fisika, kimia, dan biologi pada sungai Way Morotai.
3. Indeks yang akan dihitung yaitu indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H'), indeks Keseragaman Evenness (E), dan indeks Dominasi Simpson (D).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana keanekaragaman makrobentos di sungai WayMorotai?
2. Bagaimanakah tingkat pencemaran air yang terdapat di aliran sungai WayMorotai?
3. Bagaimanakah data terbaru mengenai keadaan fisik, kimia, dan biologi sungai WayMorotai?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui keanekaragaman makrobentos di sungai WayMorotai.
2. Untuk mengetahui tingkat pencemaran air yang terdapat di aliran sungai WayMorotai.
3. Untuk mendapatkan data terbaru mengenai keadaan fisika, kimia, dan biologi sungai WayMorotai.

F. Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi institusi sebagai sumber informasi tambahan bagi mahasiswa dan dosen di kampus UIN Raden Intan Lampung.
2. Bagi ilmu pengetahuan sebagai tambahan informasi tentang materi pencemaran lingkungan.

3. Bagi pemangku kebijakan sebagai referensi untuk meningkatkan kualitas di perairan wayMorotai.
4. Bagi pendidik sebagai sumbangan pemikiran bagi guru dalam pengembangan uraian materi pokok pencemaran lingkungan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pencemaran Air

Lingkungan hidup merupakan keseluruhan dari benda hidup maupun tidak hidup pada ruangan yang di tempati. Salah satu dari komponen lingkungan hidup yaitu manusia dimana perilaku manusia serta keadaan sosial menjadi komponen utama. Lingkungan dengan manusia memiliki hubungan yang erat dan saling terkait. Hal ini terbukti dengan adanya manusia yang dapat mempengaruhi sebuah lingkungannya serta sebaliknya bagi lingkungan yang dapat mempengaruhi manusia. Lingkungan hidup dapat tercipta dari hubungan antara lingkungan hidup dengan manusia.

Perkembangan lingkungan yang menuju ke arah positif berdampak pada kualitas manusia itu sendiri secara maksimal¹². Terdapat berbagai permasalahan yang sering di hadapi oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Masuknya atau dimasukannya makhluk hidup, energi, zat maupun komponen lain yang dapat menyebabkan menurunnya mutu air di karenakan oleh aktivitas manusia hingga ke tingkat tertentu serta tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya merupakan pencemaran menurut undang-undang pokok pengelolaan lingkungan hidup pada nomor 4 tahun 1982¹³.

Lingkungan dapat diartikan menjadi sebuah satu kesatuan yang lengkap selain dari unsur penting dari sebuah individu sehingga dapat menjadi salah satu

¹²A. Tresna Sastrawijaya. Op. Cit. h 7.

¹³Merliyana. Op. Cit. h 2.

faktor yang mempengaruhi akan perkembangan dan pertumbuhan suatu organisme tersebut. Dalam setiap spesies yang memiliki jumlah lebih dari satu dimana spesies ini mempunyai kemampuan untuk berkembangbiak satu dengan yang lainnya itu dapat dikatakan sebuah populasi¹⁴. Ekosistem merupakan suatu komunitas organisme yang memiliki beberapa faktor fisik sehingga menciptakan suatu hubungan maupun terjadi interaksi antara organisme satu dengan yang lain¹⁵.

Suatu komunitas organisme dapat mengalami perkembangan bersamaan dengan kondisi fisik pada lingkungannya. Perkembangan ini dapat diartikan menjadi suatu bentuk adaptasi pada setiap individu. Hal ini dapat berdampak pada setiap organisme maupun individu yang ada di dalam satu kesatuan ekosistem ini. Pada setiap individu memiliki tingkat adaptasi dengan lingkungan yang berbeda-beda sesuai dengan kemampuannya. Terdapat perbedaan untuk kualitas dan kuantitas pada setiap organisme. Dalam suatu proses pembelajaran susunan dalam penggolongan faktor-faktor yang menjadi penentu dapat dibedakan menjadi beberapa golongan. Pertama lingkungan abiotik yang meliputi udara, suhu, atmosfer, cahaya, air dan mineral. Sedangkan untuk lingkungan biotik adalah makhluk-makhluk yang hidup di luar lingkungan abiotik¹⁶.

Perubahan kondisi lingkungan ke arah negatif dapat dikarenakan perilaku manusia yang dimana terdapat perubahan perilaku dalam menggunakan energi serta materi, bahan- bahan fisika dan kimia, yang berdampak pada menurunnya

¹⁴Merliyana.Op. Cit. h 18.

¹⁵Jane B Reece and Neil A.Campbell *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 3*. (Jakarta: Erlangga, 2010). h 327.

¹⁶Sambas Wirakusuma.*Dasar Dasar Ekologi Bagi Populasi Dan Komunitas*. (Jakarta: UI Press, 2013). h 108.

jumlah organisme dapat di artikan sebagai pencemaran lingkungan sehingga dapat mempengaruhi pada makhluk hidup terutama manusia maupun secara tidak langsung yang berupa hasil panen, peternakan dan benda-benda. Pencemaran dengan media air yang mengandung bahan pencemar akan mengubah susunan kimia tanah dan berakibat jasad yang terdapat di dalam maupun permukaan menjadi terganggu¹⁷.

Salah satu sumber daya alam yang memiliki berbagai manfaat adalah air. Hal ini terbukti dari penggunaan dalam berbagai hal untuk kelangsungan hidup organisme serta upaya dalam peningkatan kemakmuran masyarakat. Seperti halnya dalam bidang peternakan, perikanan, perkebunan dan pembangkit listrik¹⁸. Air memiliki dua fungsi yaitu sebagai media baik dalam media internal maupun eksternal. Sebagai media internal merupakan air yang menjadi bahan baku dalam reaksi tubuh, pengangkutan bahan makanan ke seluruh tubuh dan mengangkut sisa sisa metabolisme serta sebagai pengatur suhu tubuh. Sedangkan air sebagai media eksternal memiliki fungsi sebagai habitat. Misalnya pada ikan yang memiliki habitat air, kemungkinan ikan tidak memerlukan air sangat kecil meskipun terdapat ikan yang dapat hidup dengan jumlah air yang sedikit¹⁹.

Sumber daya air dan tanah memiliki dua permasalahan yang umum yaitu mengenai rendahnya kuantitas dan kualitasnya. Seiring dengan penambahan dan pemadatan penduduk akan berdampak pada permasalahan ini. Peningkatan kebutuhan bertahan hidup dan terdapatnya pengembangan beberapa wilayah menjadi industri-industri baru. Dalam setiap kemajuan yang telah tercapai tidak

¹⁷A. Tresna. sastrawijaya. Op. Cit. H 66-67.

¹⁸Agoes Soegianto. Op. Cit. H 44.

¹⁹M Ghufuran H kordi K and Andi Baso Tancung. Loc. Cit. h 1.

menuntut kemungkinan bahwa terdapat sisi negatif yang akan berdampak merugikan diri sendiri. Setiap pabrik umumnya mengeluarkan bahan buangan-buangan yang dapat berbentuk gas, padatan maupun cairan. Belum banyak pabrik-pabrik yang menyadari akan pentingnya pengelolaan limbah yang baik dan benar²⁰.

Setiap bahan pencemar yang berada dalam suatu ekosistem memiliki kemungkinan yang dapat menjadi toksin pada organisme-organisme yang berada di perairan tersebut. umumnya setiap bahan pencemar memiliki kemampuan untuk mematikan beberapa spesies-spesies tertentu akan tetapi tidak dapat mempengaruhi spesies tertentu. Pada saat air tercemar akan mengalami pergeseran jumlah populasi pada setiap organisme yang memiliki jumlah sedang menjadi jumlah yang tinggi. Penurunan jumlah keanekaragaman spesies merupakan salah satu indikator sebuah pencemaran. Spesies tersebut menjadi salah satu organisme indikator populasi, dimana jika spesies tersebut tidak ada maka dapat di katakan derajat populasi menjadi lebih tinggi. Penggunaan ikan sebagai salah satu indikator dapat menjadi lebih sulit. Seperti jumlah ganggang yang menjadi semakin banyak akan memudahkan dalam penggunaannya sebagai indeks populasi²¹.

Dalam suatu ekosistem yang tercemar akan mengalami suatu penurunan keanekaragaman spesies dimana hal itu menjadi suatu acuan dalam mengidentifikasi pencemaran. Sumber-sumber pencemaran dapat di golongan ke dalam beberapa antara lain :

²⁰Endi Ramadhani, 'Analisis Pencemaran Kualitas Air Sungai Bengawan Solo Akibat Limbah Industri Di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar', 2016, 1–15.

²¹Sastrawijaya. Op. Cit. h 136-137.

1. Sumber yang tetap, sumber pencemaran ini berasal dari lokasi yang dapat diidentifikasi dimana sumber tetap merupakan kotoran maupun limbah yang sudah jelas akan adanya sehingga mudah dalam proses pengamatan. Untuk bahan-bahan limbah yang termasuk ke dalam sumber tetap ini yaitu yang pertama limbah yang berasal dari tempat *treatment* limbah, yang kedua run off atau limpasan merupakan aliran air yang mengalir pada permukaan yang diakibatkan penuhnya kapasitas infiltrasi oleh tanah yang menyebabkan kurangnya daya serap tanah. Run off ini menjadi salah satu unsur yang penting pada siklus air dan menjadi penyebab erosi. Ketiga adalah industri, sedangkan yang terakhir adalah tempat-tempat penyembelihan hewan.
2. Sumber yang tidak tetap ini meliputi run off yang berada di daratan, atmosfer, serta berasal dari sumber-sumber yang tidak mudah untuk diidentifikasi. Bahan-bahan dari sumber ini dapat berasal dari run off sedimen yang berasal dari daratan dimana terjadi secara alami maupun akibat ulah manusia. Run off dari bahan kimia seperti pestisida, pupuk, penambangan, tumpahan minyak dan bahan berbahaya lain²².

Sungai menjadi salah satu habitat dari organisme-organisme air tawar. Sungai dapat diartikan menjadi salah satu daerah yang di aliri atau di lewati oleh badan air yang bergerak dari hulu hingga ke hilirnya atau dari permukaan menuju ke bawah tanah. Sungai dapat di bedakan menjadi tiga bagian yaitu hulu, hilir dan muara.

²²Soegianto. Op. Cit. H 48.

1. Bagian hulu dapat di tandai dengan permukaan sungai yang dangkal dan sempit dengan aliran air yang cepat dengan tingkat kejernihan air yang maksimal serta memiliki biota air yang sedikit.
2. Bagian hilir merupakan bagian yang lebih lebar, memiliki badan air yang dalam namun airnya keruh, aliran airnya menjadi lebih tenang serta memiliki jenis biota yang bervariasi.
3. Bagian sungai yang terakhir yaitu muara, ini merupakan bagian sungai yang berbatasan dengan laut. Bagian muara memiliki badan air yang dalam serta mengalir lebih lambat²³.

Umumnya setiap perairan memiliki tingkatan pencemaran yang berbeda-beda. Oleh karena itu kewajiban kita sebagai khalifah di muka bumi ini adalah menjaga keseimbangan alam semesta yang akan berdampak untuk generasi mendatang. Sumber daya alam yang memiliki peranan penting yaitu air harus di kelola dengan baik dan bijak. Sesuai dengan peraturan pemerintah republik indonesia nomor 82 tahun 2001 yang menyatakan bahwa baku mutu air dapat di definisikan menjadi suatu ukuran maupun batas dari kadar organisme atau unsur pencemar yang berada di suatu perairan. Maka dari itu baku mutu air dapat di golongankan dalam beberapa kelas yaitu sebagai berikut:

²³K and Tancung. Op. Cit. H 16.

Tabel 2.1
Golongan Baku Mutu Air

Kelas	Kegunaan
I	Air yang masih dapat di konsumsi maupun di gunakan untuk peruntukan lain yang memiliki kesamaan fungsi.
II	Air masih dapat di manfaatkan untuk media rekreasi air, mandi, mencuci, pemeliharaan ikan tawar, untuk peternakan, mengairi tanaman serta untuk peruntukan lain yang memiliki kesamaan fungsi.
III	Air di gunakan untuk pemeliharaan ikan tawar, untuk peternakan, mengairi tanaman serta untuk peruntukan lain yang memiliki kesamaan fungsi.
IV	Air yang dapat di manfaatkan untuk mengairi tanaman serta di gunakan untuk peruntukan lain yang memiliki kesamaan fungsi.

Berikut ini merupakan standar acuan untuk baku mutu air dari beberapa parameter yang tersajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2
Baku Mutu Air

No	Parameter	Satuan	Kelas			
			1	2	3	4
1	pH	-	6-9	6-9	6-9	5-9
2	COD	Mg/l	10	25	50	100
3	DO	Mg/l	6	4	3	0
4	BOD	Mg/l	2	3	6	12

B. Indikator Biologi

Perairan yang sudah tercemar umumnya memiliki organisme-organisme yang mendominasi. Hal ini disebabkan karena adanya tingkat adaptasi dari organisme tersebut sehingga mampu bertahan hidup pada kondisi dan ruang yang

tidak memungkinkan sekalipun. Indikator biologi dapat di klasifikasikan menjadi tiga golongan antara lain yaitu :

1. Indikator lingkungan, yang meliputi jenis maupun kelompok organisme yang tanggap terhadap lingkungan hidupnya yang telah mengalami perubahan di sebabkan oleh bahan pencemar lingkungan. Indikator lingkungan ini dapat di bedakan menjadi 5 yaitu sentinels, detektor, eksploiter, akumulator dan bioassay organisme.
2. Indikator ekologis, meliputi karakteristik dari sebuah takson maupun kelompok organisme yang memiliki tingkat kepekaan tinggi sehingga dapat mengidentifikasi faktor-faktor tekanan lingkungan.
3. Indikator keanekaragaman hayati, indikator ini merupakan salah satu kelompok takson yang menjadikan keanekaragaman sebagai salah satu pertanda akan baik buruknya suatu perairan tersebut²⁴.

Organisme yang di gunakan sebagai indikator biologi umumnya harus sesuai dengan kriteria-kriteria yang telah di tetapkan. Kriteria-kriteria tersebut antara lain yaitu :

1. Tingkat takson yang tinggi, hal ini di lakukan agar mempermudah dalam pengamatan sehingga tidak akan menyulitkan untuk mengetahui tingkatan klasifikasi suatu spesies.
2. Keadaan biologi yang telah di ketahui dengan baik, sehingga memiliki suatu respon yang bagus untuk lingkungannya.

²⁴Doni Setiawan, 'Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi' (IPB BOGOR University, 2008). h 14.

3. Jumlahnya yang melimpah sehingga memudahkan dalam penelitian.
4. Tersebar dalam ruang dan waktu.
5. Memiliki kerjasama yang kuat antara komunitas akan tetapi tidak bekerjasama dengan faktor tekanan²⁵.

Beberapa kelompok organisme yang memiliki daya sensitifitas yang tinggi umumnya dapat dijadikan menjadi indikator maupun pendeteksi tingkat pencemaran yang terdapat pada suatu perairan tersebut. Organisme yang dapat menjadi bioindikator ini adalah plankton, bentos, dan nekton. Plankton merupakan makhluk hidup yang hidupnya mengapung dipermukaan namun memiliki ukuran yang kecil. Bentos dapat diartikan sebagai tumbuhan atau hewan yang dapat hidup pada dasar maupun diatas perairan atau pada dasar daerah tepian. Bentos dapat di klasifikasikan menjadi dua golongan yaitu zoobentos dan fitobentos. Suatu organisme yang memiliki sifat menyerupai tumbuhan merupakan dafinisi dari fitobentos. Sedangkan untuk zoobentos adalah kebalikannya yaitu organisme yang memiliki sifat menyerupai hewan.

Bentos memiliki daya toleransi yang dapat di golongan ke dalam tiga goolongan antara lain yaitu :

1. Jenis intoleran ini memiliki tingkat kepekaan yang tinggi, dimana pada jenis ini memiliki ketidaktahanan terhadap tekanan lingkungan sehingga hanya dapat hidup dan berkembang pada perairan yang memiliki tingkat pencemaran yang rendah atau belum tercemar.

²⁵Setiawan. Op. Cit. H 17.

2. Jenis toleran, yang satu ini memiliki daya tahan yang lebar hal ini akan berdampak pada kemampuan berkembangnya yang mencapai kepadatan tertinggi yang terdapat di dalam perairan tercemar berat. Tingkat maupun derajat kualitas suatu dapat menjadi tanda akan kehadiran dari jenis ini.
3. Jenis fakultatif mempunyai kemampuan untuk bertahan hidup yang setengah lebar. Dapat di temui pada perairan yang belum tercemar hingga yang sudah tercemar sedang. Jenis ini dapat di bedakan menjadi dua yaitu fakultatif intoleran merupakan spesies yang hanya atau banyak hidup di perairan tercemar ringan, dan fakultatif toleran jenis yang hanya atau banyak di temui di perairan tercemar sedang.

Menurut derajat toleransi terhadap pencemaran bentos dapat di golongan menjadi tiga dapat dilihat pada tabel 2.3 sebagai berikut²⁶.

²⁶Melati Ferianita Fachrul. *Op. Cit.* H 104.

Tabel 2.3
Contoh Bentos Yang Toleran Terhadap Pencemaran

No	Kelompok	Contoh organisme
1	Jenis yang tahan terhadap bahan pencemar	Cacing-cacing <i>Tubificid</i> , larva nyamuk, siput, terutama <i>Masculium</i> sp. , <i>Psidium</i> sp.
2	Jenis yang lebih jernih (bersih)	Sipu-siput yang senang arus, Bryoza, serangga air, dan crustacea
3	Jenis yang hanya senang bersih	Siput dari suku Vivinatidae dan Amnicolidae, serangga (larva/nimfa) dari bangsa Ephemeridae, Odonata, Hemiptera dan Coleoptera.

Bentos memiliki beberapa variasi ukuran yaitu antara lain makrobentos, mesobentos, meiobentos, dan mikrobentos. Makrobentos merupakan salah satu organisme yang hidupnya di perairan yang berada di dasar yang umumnya dapat tersaring oleh saringan yang memiliki ukuran 1,0 x 1,0 mm. Sedangkan mesobentos adalah organisme yang memiliki ukuran jauh lebih kecil dari makrobentos yaitu sekitar 0,1-1,0 mm. Organisme yang memiliki ukuran kurang dari 0,1 mm adalah mikrobentos. Makrobentos menjadi kelompok organisme yang memiliki peranan penting dalam suatu ekosistem perairan. Peran dari makrobentos ini yaitu sebagai rantai penghubung antara aliran energi alga planktonik menuju konsumen tingkat tinggi.

Umumnya kelompok makrobentos memiliki sifat untuk menetap pada dasar perairan yang menjadikan organisme ini sebagai bioindikator pencemaran lingkungan. Organisme ini memiliki tingkat mobilitas yang rendah dan mudah untuk di tangkap serta memiliki umur yang panjang. Selain itu makrobentos

memiliki tingkat kepekaan yang tinggi di antara organisme yang lain tentang adanya pencemaran lingkungan. Hal inilah yang menjadikan makrobentos sangat bermanfaat untuk peneliti. Pola hidup yang dimiliki organisme ini yang memiliki kebiasaan menetap digunakan untuk mengidentifikasi ketidakseimbangan fisik, biologi maupun kimia suatu lingkungan perairan dengan cara melihat adanya peningkatan atau ketidakseimbangannya makrobentos tersebut. suatu perairan dapat dikatakan tercemar apabila persebaran jumlah individu memiliki persebaran yang tidak merata sehingga menyebabkan adanya spesies yang lebih mendominasi suatu ekosistem tersebut²⁷.

Makrobentos memiliki peran yang aktif dalam proses penguraian bahan-bahan organik seperti biodegradasi sisa-sisa tanaman mangrove serta logam berat sebagai pencemaran lingkungan²⁸. Makrobentos umumnya terdapat di seluruh bagian sungai mulai dari hulu hingga ke hilirnya, hal ini akan mempermudah dalam pengambilan sampel. Keanekaragaman makrobentos memiliki arti yang penting dalam penentuan maupun dapat memberikan informasi yang penting tentang keadaan suatu perairan tersebut²⁹.

Makrobentos memiliki peran yang penting dalam pembentukan suatu habitat sedimen. Persebaran secara menyeluruh dari adanya tahapan-tahapan yang telah dilakukan mikroba telah dipengaruhi oleh hewan infauna melawati

²⁷Rina Budi Satiyarti *et. all. Op. Cit. h 2.*

²⁸Jamaludin Afif, Sri Ngabekti and Tyas Agung Pribadi, "*Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Di Ekosistem Mangrove Wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang*", *Unnes Journal of Life Science*, Vol 3 No 1 2014.

²⁹Sernando Rizky Nangin, Marnix L Langoy and Deidy Y Katili, "*Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis Dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara*", *Mipa UNSRAT online*, Vol 4 No 2 . 2015.

kehidupan yang umumnya dilakukan oleh makhluk hidup lain yaitu seperti mencari makan, menggali lubang, serta membentuk rumah yang berbentuk tabung. Hubungan antara makrobentos dengan lingkungannya yang kompleks ini disebabkan adanya interaksi dari beberapa komponen abiotik (dari ukuran partikel, kandungan organik, hidrodinamik, serta kondisi kimianya) untuk komponen biotiknya (yaitu persaingan, predasi dll) yang dapat mempengaruhi terjadinya suatu spesies di habitatnya. Makrobentos dapat di klasifikasikan berdasarkan pola makannya yaitu :

1. *Suspension feeders* merupakan pola makan yang dilakukan oleh makrobentos dengan menyaring partikel organik terlarut yang berada di air. Contoh *Polychaeta*, *Crustacea* dll.
2. *Deposit feeders* merupakan pola makan makrobentos yang dapat dilakukan dengan cara mengambil partikel organik yang telah terkomposisi di bawah permukaan dasar sedimen. Contoh gastropoda
3. *Surface deposit feeders* pola makan dengan cara mengambil partikel organik yang telah terkomposisi di luar maupun di atas dasar sedimen. Contoh crustacea
4. *Sub- surface deposit feeders* merupakan cara makan dengan cara mengambil partikel organik yang berada di dalam sedimen dalam bentuk detritus.
5. *Filter feeders* merupakan pola makan dengan cara menyaring partikel terlarut dalam badan air.

6. *Herbivors* merupakan pola makan dengan cara memakan bagian yang masih hidup maupun mati dari tumbuhan.
7. *Carnivors* merupakan pola makan dengan cara memakan bagian yang masih hidup maupun mati dari hewan.
8. *Omnivors* merupakan pola makan dengan cara memakan bagian yang masih hidup maupun mati dari hewan maupun tumbuhan³⁰.

C. Indikator kimia

1. pH (derajat keasaman)

Derajat keasaman atau yang sering di kenal dengan pH pada perairan menjadi salah satu alat pengukur yang memiliki peran penting dalam pemantauan status pencemaran lingkungan. Dalam suatu perairan yang memiliki sifat asam maupun basa yang sudah melebihi jumlah yang sudah di tentukan maka akan menyebabkan gangguan metabolisme serta respirasi pada organisme bentos yang berada pada habitat tersebut³¹.

Derajat keasaman atau pH yang baik dan sesuai menjadi faktor pendukung dalam kelangsungan hidup suatu organisme di perairan tersebut. nilai kadar pH yang baik untuk perairan yang belum tercemar adalah Ph 7. Umumnya biota akuatik memiliki tingkat kepekaan terhadap perubahan pH ini serta lebih memilih hidup pada PH sekitaran 7-8,5. Umumnya jika keadaan pH menurun

³⁰Sapto Purnommo Putro, *Metode Sampling Penelitian Makrobentos Dan Aplikasinya* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014). h 26-27.

³¹Anna Rejeki Simbolon. Op. Cit. H 679.

dan jumlahnya < 7 maka sudah dapat diidentifikasi terdapat adanya penurunan populasi-populasi hewan bentos³².

Peningkatan nilai derajat keasaman ini dapat di pegaruhi oleh limbah organik atau limbah anorganik yang telah di buang ke sungai³³. Derajat keasaman ini salah satu parameter kimia yang dapat menunjukkan adanya konsentrasi ion hidrogen pada perairan. Reaksi kimia yang telah terjadi pada sebuah lingkungan perairan dapat di pengaruhi oleh adanya konsentrasi ion hidrogen ini. Konsentrasi oksigen yang terlarut akan berkurang hal ini di akibatkan adanya penurunan pH yang berdampak pada konsumsi oksigen yang semakin menurun serta semua kegiatan akan di lakukan pada lingkungan yang basa³⁴.

Derajat keasaman pada suatu perairan dapat di pengaruh oleh beberapa faktor lain yaitu suhu, salinitas, aktivitas fotosintesis, respirasi dan proses biodegradasi bahan organik³⁵. Air yang terdapat dari pegunungan umumnya masih memiliki Ph yang tinggi akan tetapi semakin ke bawah nilai pH akan semakin berkurang hingga menuju suasana yang asam. Hal ini dapat di sebabkan oleh adanya pertambahan dari bahan-bahan organik yang selanjutnya akan melepaskan CO₂ dalam keadaan mengurai. Terdapat dua jenis air jika di lihat dalam banyak sedikitnya makanan yang telah di kandunginya. Oligotrofik

³²Nisrina Arifatul Izzah and Efri Roziaty, "Keanekaragaman Makrozoobentos Di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara", *Bioeksperimen*, Vol 2No 2 2016.

³³Mahyudin, Soemarno and Tri Budi Prayoga, "Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro Di Kota Kepanjen Kabupaten Malang", *Jurnal J-PAI Vol 6 No 2*, 6 2015.

³⁴Dhian Dharma Prayuda, "Analisa Status Mutu Air Sungai Di Kota Cirebon". Vol VIII No 2 2017.

³⁵Simbolon. *Op. Cit.* h 679.

merupakan air yang memiliki sedikit kandungan makanan, sedangkan oligotrofik adalah kebalikannya yaitu memiliki jumlah makanan yang banyak sehingga kedua keadaan air ini akan menyebabkan perbedaan pH.

Kebasaan air merupakan salah satu kapasitas air yang dapat menetralkan asam, hal ini disebabkan adanya garam atau basa yang terdapat di air. Garam-garam basa yang umumnya dapat ditemui yaitu karbonat logam-logam natrium, kalsium, magnesium dll. Oleh karena itu kebasaan yang tinggi belum dapat digunakan sebagai acuan menentukan pH yang tinggi. Sedangkan keasaman dapat didefinisikan suatu kemampuan untuk menetralkan basa. Jumlah keasaman yang rendah belum tentu menjadikan nilai pH rendah. Asam yang lemah memiliki kemampuan untuk melepaskan hidrogen pada keadaan mempunyai keasaman yang tinggi. Contohnya yaitu asam karbonat, asam asetat, dan asam organik lainnya³⁶.

2. DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen merupakan gas yang memiliki warna, tidak memiliki bau, dan tidak memiliki rasa serta akan sedikit larut jika dalam air. Oksigen yang berada di perairan juga memiliki peranan yang penting dalam kelangsungan kehidupan suatu organisme baik hewan maupun tumbuhan yang berada di air. Hal ini yang menjadikan oksigen terlarut ini menjadi penentu baik buruknya suatu kualitas perairan. Jumlah oksigen yang terlarut dalam air minimal sekitar 5 mg oksigen dalam setiap liter air dapat menjadikan kehidupan dalam perairan menjadi normal. Akan tetapi untuk beberapa jenis organisme memiliki

³⁶A. Tresna Sastrawijaya. *Op. Cit.* h 105.

kemampuan hidup yang berbeda-beda selain itu juga faktor derajat keaktifan, kehadiran bahan pencemar, suhu air dll ikut menentukan. Oksigen menjadi salah satu unsur pembatas dalam menentukan adanya kehadiran makhluk hidup dalam perairan.

Oksigen yang digunakan dalam jumlah yang banyak untuk fotosintesis makhluk hidup yang berada di dalam air maka akan menyebabkan adanya defisit oksigen. Akan lebih baik jika pada dasar perairan dapat dijenuhkan dengan oksigen. Hal ini akan bermanfaat untuk organisme yang berada pada dasar perairan yaitu makhluk pembusuk yang umumnya memakan ganggang yang telah mati, sampah-sampah. Perairan dengan arus yang deras akan menjadikan oksigen menjadi lebih jenuh, sehingga air akan berjalan secara lambat dan menyebabkan adanya pencemaran.

Kepekatan oksigen yang terlarut dalam air ini akan bergantung pada suhu, kehadiran tanaman yang melakukan fotosintesis, tingkat penetrasi cahaya serta kekeruhan air, kederasan aliran air, dan jumlah bahan organik. Penentuan oksigen terlarut di lakukan secara berulang kali hal ini bertujuan supaya mendapatkan hasil yang pasti. Pengulangan dapat di lakukan di berbagai lokasi, pada kedalaman yang berbeda dengan waktu yang berbeda. Tingkat oksigen yang terlarut dalam air memiliki jumlah yang selalu rendah dapat di sebabkan oleh organisme anaerob mati dan menguraikan bahan organik sehingga menghasilkan bahan menyerupai metana dan hidrogen sulfida yang menyabkan perairan tersebut memiliki aroma busuk³⁷.

³⁷A. Tresna Sastrawijaya. *Loc. Cit.* h 100-102.

Dissolved Oxygen atau lebih sering di sebut dengan DO merupakan oksigen terlarut yang di perlukan dalam proses penguraian bahan organik dalam perairan. Nilai oksigen terlarut akan semakin berkurang apabila jumlah bahan organik semakin tinggi³⁸. Semakin besar jumlah oksigen terlarut ini maka akan memberikan dampak positif pada ekosistem perairan tersebut. jumlah kadar *Dissolved Oxygen* atau DO yang di butuhkan oleh makrobentos yang berada di perairan umumnya sekitar 4,00-6,00 mg/l³⁹.

Oksigen menjadi salah satu faktor penting dalam penentuan kualitas air karena oksigen yang terlarut memiliki peran dalam proses oksidasi serta reduksi bahan organik maupun anorganik. Adanya oksigen terlarut dalam proses oksidasi dan reduksi memiliki dampak dalam mengurangi beban pencemaran secara alami⁴⁰. Suatu perairan dapat di katakan telah mengalami pencemaran yang tinggi apabila memiliki jumlah kadar oksigen terlarut sebanyak < 4 ppm sehingga akan berdampak buruk pada setiap komunitas organisme perairan⁴¹.

3. COD (*Chemical Oxygen Dissolved*)

Chemical Oxygen Dissolved atau yang lebih di kenal dengan COD ini merupakan jumlah oksigen yang telah di butuhkan untuk proses penguraian bahan-bahan organik yang terdapat pada perairan. Dalam mengukur COD dapat di lakukan dengan cara mengoksidasi berbagai macam bahan-bahan organik yang mudah di uraikan maupun yang sulit di uraikan. Hal ini akan

³⁸Simbolon. *Op. Cit.* h 678.

³⁹Izzah and Roziaty. *Op. Cit.* H 142.

⁴⁰Prayuda. *Op. Cit.* h 150.

⁴¹Soegianto. *Op. Cit.* h 50.

memiliki dampak pada nilai COD yang mewakili jumlah total bahan-bahan organik yang berada di perairan. Pengujian COD umumnya menghasilkan nilai kebutuhan akan oksigen yang tinggi di bandingkan dengan pengujian BOD5. Pengujian ini menghasilkan nilai yang tinggi akibat bahan-bahan yang memiliki kestabilan terhadap reaksi biologi serta mikroorganisme bisa ikut teroksidasi dalam pengujian COD ini.

Suatu perairan yang telah memiliki nilai COD kurang dari 20 mg/l dapat di kategorikan ke dalam perairan yang belum tercemar. Perairan yang memiliki jumlah COD lebih dari 200 mg/l dan dengan jumlah 60.000 mg/l pada limbah industri dapat di katakan perairan yang telah tercemar.

4. BOD (*Biological Oxygen Dissolved*)

Biological Oxygen Dissolved dapat di definisikan menjadi sebuah gambaran kadar bahan-bahan organik atau jumlah oksigen yang telah di butuhkan oleh mikroba aerob dalam proses mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air. Jumlah BOD ini tidak dapat menunjukkan terdapat berapakah jumlah bahan organik yang ada. Akan tetapi hanya dapat mengukur secara tidak langsung terdapat berapakah jumlah oksigen yang telah di butuhkan dalam mengoksidasi bahan organik⁴².

Pencemaran yang terdapat pada sungai maupun perairan lainnya dalam bentuk senyawa organik dapat di identifikasi dengan bertambahnya nilai kebutuhan akan oksigen biologis ini (BOD) yang telah di ikuti dengan

⁴²Simbolon. *Op. Cit.* h 680.

meningkatnya kandungan senyawa yang akan berasosiasi dengan bahan organik seperti senyawa nitrogen dan fosfor⁴³.

D. Indikator fisika

1. Warna dan kecerahan

Warna dalam air memberikan suatu petunjuk akan kehadiran organisme jenis apa saja yang terdapat dalam perairan tersebut. warna dapat di gunakan untuk mengetahui jumlah benda yang telah tersuspensi dan terlarut. Warna air dapat di ukur dan di tentukan menggunakan cakram secchi yaitu dengan cara menurunkan cakram secchi hingga sekitar 60 cm di bawah permukaan air. Nomor vial yang menyerupai botol kecil pada cakram secchi ini menjadi penanda nomor warna dengan latar belakang putih. Vial harus di hindarkan dari paparan sinar matahari secara langsung hal ini di karenakan pantulan cahaya yang di hasilkan akan mengganggu proses pembacaan hasil pada penelitian.⁴⁴

Kemampuan cahaya matahari dalam menembus ke dalam air hingga ke dalam dasar perairan dapat di pengaruhi oleh kekruhan atau turbisitas air. Kekeruhan air ini memiliki dampak kepada tingkat pertumbuhan biota perairan. Turbiditas dapat di karenakan oleh zat-zat yang telah tersuspensi contohnya senyawa organik dan anorganik, lumpur, serta plankton. Cahaya matahari telah terpantulkan tidak dapat di transmisikan sehingga tidak dapat di serap dengan baik. Pengukuran kekeruhan yang bersifat sementara dapat di gunakan turbiditas lilin jackson. Akan tetapi dengan prinsip ini hanya dapat

⁴³Prayuda. *Op. Cit.* H 148.

⁴⁴Sastrawijaya. *Op. Cit.* h 172.

mengukur 25 JTU dengan nilai paling rendah sehingga nilai kekeruhan yang berada antara 0-1 JTU tidak dapat di ukur. Alat yang dapat mengukur kekeruhan yang terendah sekalipun ini adalah Nephelometer sehingga dapat mengukur banyaknya sinar matahari yang datang. Satuan yang di gunakan oleh alat ini yaitu NTU dan tidak dapat di hubungkan dengan besarnya JTU.

Pengukuran kekeruhan dilakukan pada saat dan hari yang sama sehingga menghindari pengulangan serta penyimpanan sampel. Selain Nephelometer kekeruhan dapat di ukur dengan aquameter. Aquameter memiliki langkah penggunaan tidak berbeda dengan Nephelometer.

2. Suhu

Pertumbuhan dan kelangsungan hidup pada suatu biota dalam perairan dapat di pengaruhi oleh suhu. Terdapat batasan pada mengenai kecepatan pola pertumbuhan biota yang akan meningkat dengan adanya naiknya suhu pada air. Akan tetapi derajat kelangsungan hidup bekerja secara terbalik sehingga kelangsungan hidup suatu biota akan menurun sesuai dengan kenaikan suhu. Pengukuran suhu dapat di lakukan dengan menggunakan thermometer atau dengan menggunakan DO meter, SCT-meter atau aquamete test.⁴⁵

Suhu memiliki peranan yang penting dalam menentukan organisme hidup apa yang berada dalam sebuah perairan. Tingkat oksigen dapat di pengaruhi oleh adanya suhu tersebut. suhu yang terdapat di udara tidak dapat menentukan suhu yang berada pada permukaan air. Pengukuran suhu akan lebih efektif jika di lakukan pada tempat yang teduh dan terhindar dari

⁴⁵K and Tancung. *Loc. Cit.* h 89-92.

paparan sinar matahari langsung. Pengukuran suhu dapat dilakukan dalam 2 tahap untuk perairan yang memiliki kedalaman kurang dari 2 meter dan dilakukan pada permukaan. Sedangkan untuk perairan yang memiliki kedalaman lebih dari 2 meter maka dilakukan pengamatan setiap 1 meter kebawah.⁴⁶

E. Profil Sungai Way Morotai

Sungai Way Morotai ini terdapat pada area perumahan warga dengan aliran sungai yang deras dengan arus yang tenang. Letak sungai ini terdapat di Jl. Pulau Morotai, Jagabaya III, kecamatan sukabumi, Kota Bandar Lampung, Lampung 35122. Sungai ini berasal dari aliran sungai way balau yang berhulu di Gunung sulah, sedangkan bagian hilirnya yaitu sungai way balau kencana yang berada di jl. H. Syarif Gg Tarya, kecamatan kedamaian kota Bandar Lampung. Sungai way Morotai melintasi perumahan warga, beberapa pabrik seperti pabrik oncom dan pabrik tahu, perhotelan, rumah sakit, kawasan hutan yang masih terjaga keasriannya, dan melewati SD Negeri 1 Jagabaya III di sisi aliran sungai, serta pabrik isi ulang air mineral. Panjang sungai way Morotai ini sekitar 120 kilometer dengan kedalaman badan sungai yang bervariasi sekitar 2 hingga 3 meter.

F. Kerangka Berpikir

Sungai merupakan salah satu daerah yang dilewati oleh badan air, bermula dari tempat tinggi hingga ke rendah atau berasal dari pegunungan dan akhirnya akan menuju muara lautan. Sungai memiliki peranan yang penting

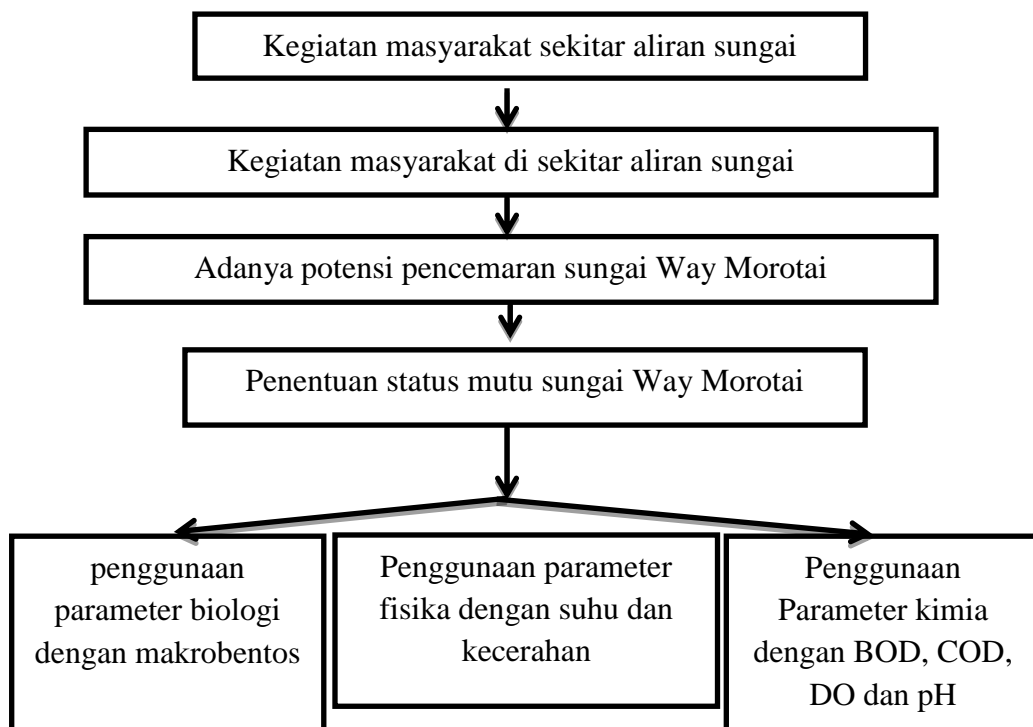
⁴⁶Sastrawijaya. *Op. Cit.* h 173.

dalam kehidupan sehari-hari seperti habitat organisme perairan, untuk mandi, mencuci, hingga memasak. Pemanfaatan air sungai untuk kegiatan sehari-hari ini yang menyebabkan masuknya bahan pencemar sehingga dapat mempengaruhi kualitas suatu perairan.

Kualitas suatu perairan yang baik maupun buruk memiliki dampak pada organisme-organisme yang berada dalam perairan tersebut. Sungai yang belum tercemar memiliki peranan penting dalam kehidupan organisme air. Makrobentos merupakan hewan invertebrata yang hidup didasar atau sekitar bebatuan dasar perairan yang dapat kita lihat dengan mata telanjang. Kehadiran makrobentos pada perairan dapat digunakan menjadi bioindikator. Penggunaan makrobentos sebagai bioindikator dikarenakan organisme ini memiliki tingkat sensitivitas yang cukup tinggi terhadap bahan pencemar. Sungai Way Morotai yang terdapat di Lampung memiliki kedalaman 2 hingga 3 meter dan memiliki arus yang tenang. Di Indonesia memiliki banyak aliran sungai begitupun dengan keadaan di Lampung yang memiliki beberapa sungai dan salah satu sungai itu adalah sungai Way Morotai.

Sungai Way Morotai melewati kawasan hutan, pabrik, rumah sakit, perhotelan, permukiman warga, sekolahan, dan tempat pengolahan air mineral. Umumnya sungai ini dimanfaatkan oleh penduduk sebagai tempat memancing, dan pembuangan limbah baik itu limbah rumah tangga serta limbah industri lainnya. Penggunaan air sungai sebagai tempat pengolahan air mineral akan berdampak buruk pada kualitas air tersebut. Hal ini akan

menciptakan masalah baru mengenai kesehatan yang sangat serius, maka dari itu dapat dilihat pada skema kerangka pikir dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1
Skema Kerangka Pikir

G. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 = Tidak terdapat keanekaragaman makrobentos sebagai indikator biologi sehingga terjadi penurunan kualitas air pada aliran sungai Way Morotai sudah tercemar.

H_1 = Terdapat keanekaragaman makrobentos sebagai indikator biologi sehingga kualitas air pada aliran sungai Way Morotai belum tercemar.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, Jamaludin, Sri Ngabekti, and Tyas Agung Pribadi, 'Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Perairan di Ekosistem Mangrove Wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang', *Unnes Journal of Life Science*, Vol. 3 No. 1 (2014), 47–52.
- Aininnur, Amalia, Sapto P Putro, and Fuad Muhammad, 'Hubungan Faktor Fisika-Kimia Perairan Terhadap Kelimpahan Moluska di Area Keramba Jaring Apung Sistem Polikultur Teluk Awerange , Sulawesi Selatan', *Jurnal Biologi Vol 4 No 4 2015*, 0–5.
- Fachrul, Melati Ferianita, *Metode Sampling Bioteknologi* (Jakarta: Bumi Aksara, 2012).
- Hamid, Nurkholish, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Brantas Malang' (UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, 2013).
- Gerber, A, and MJM Gabriel, *Aquatic Invertebrates of South African Rivers Field Guide* (Florida: Florida International University, 2012)
- Insafitri, 'Keanekaragaman, Keseragaman, Dan Dominansi Bivalvia Di Area Buangan Lumpur Lapindo Muara Sungai Porong', *Jurnal Kelautan, Vol 3 No 1 2010*, 54–59.
- Izzah, Nisrina Arifatul, and Efri Roziaty, 'Keanekaragaman Makrozoobentos Di Pesisir Pantai Desa Panggung Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara',

Bioeksperimen, Vol. 2 No. 2 (2016), 140–148.

Jane B Reece, and Neil A, *Campbell Biologi Edisi Kedelapan Jilid 3*, Kedelapan (Jakarta: Erlangga, 2010).

Juwita, Ratna, ‘Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Sebukhas Di Desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat’ (UIN Raden Intan Lampung, 2017).

K, M Ghufan H kordi, and Andi Baso Tancung, *Pengelolaan Kualitas Air* (Jakarta: Rineka Cipta, 2010).

Mahyudin, Soemarno, and Tri Budi Prayoga, ‘Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro Di Kota Kepanjen Kabupaten Malang’, *Jurnal J-PAI Vol 6 No 2*, 105–114.

Merliyana, ‘Analisis Status Pencemaran Air Sungai Dengan Makrobentos Sebagai Bioindikator Di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Betung’ (Universitas Islam Raden Intan Lampung, 2017).

Nangin, Sernando Rizky, Marnix L Langoy, and Deidy Y Katili, ‘Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis Dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara’, *Mipa UNSRAT online*, Vol. 4 No. 2 (2015), 165–168.

Oktarina, Andria, and Tati Suryati Syamsudin, ‘Keanekaragaman Dan Distribusi Makrozoobentos Di Perairan Lotik Dan Lentik Kawasan Kampus Institut Teknologi Bandung , Jatinangor Sumedang, Jawa Barat’, *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, Vol. 1 No. 2 (2015), 227–235.

- Pratami, Vivin Alfiana Yulia, Prabang Setyono, and Sunarto Sunarto, 'Keanekaragaman, Zonasi Serta Overlay Persebaran Bentos di Sungai Kenyang, Ponorogo, Jawa Timur', *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisiran dan Perikan Vol 7 No 2 2018*, 127–138.
- Prayuda, Dhian Dharma, 'Analisa Status Mutu Air Sungai Di Kota Cirebon', VIII (2017), 142–156.
- Putro, Sapto Purnommo, *Metode Sampling Penelitian Makrobentos Dan Aplikasinya* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014).
- Ramadhani, Endi, 'Analisis Pencemaran Kualitas Air Sungai Bengawan Solo Akibat Limbah Industri Di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar', 2016, 1–15.
- RI, Departemen Agama, *Alquran Dan Terjemahannya* (Bandung: Sygma Examedia, 2010).
- Ronertson, Tish, *Invertebrate Identification Guide* (Florida: Florida International University, 2012).
- Santoso, Teguh, 'Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Biologi Kualitas Air Di Sungai Way Belau Bandar Lampung' (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2017).
- Sari, Novi Devita, 'Analisis Status Pencemaran Air Dengan Gastropoda Sebagai Bioindikator Di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Betung Bandar Lampung'

(UIN Raden Intan Lampung, 2017).

Sastrawijaya, A. Tresna, *Pencemaran Lingkungan* (Jakarta: Rineka Cipta, 2009).

Satiyarti, Rina Budi, Teguh Santoso, Suci Wulan Pawhestri, and Bambang Sri Anggoro, 'Makrobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Way Belau Bandar Lampung', *Majalah Teknologi Agro Industri*, Vol. 9 No. 2 (2017).

Setiawan, Doni, 'Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi' (IPB BOGOR University, 2008).

Sheftiana, Ulfah Sarach, and Anik Sarminingsih, 'Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus : Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah)', *Teknik lingkungan*, Vol. 6 No.1 (2017).

Sidik, Razky Yatul, Irma Dewiyanti, and Chitra Octavina, 'Struktur Komunitas Makrozoobentos Dibeberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, Vol. 1 No. 2 (2016), 287–296.

Simbolon, Anna Rejeki, 'Status Pencemaran Di Perairan Cilincing , Pesisir DKI Jakarta', Vol. 13 No. 1 (2016), 677–682.

Soegianto, Agoes, *Ekologi Perairan Tawar* (Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan Aup, 2010).

Wirakusuma, Sambas, *Dasar Dasar Ekologi Bagi Populasi Dan Komunitas* (Jakarta: UI Press, 2013).

Yogafanny, Ekha, 'Pengaruh Aktifitas Warga Di Sempadan Sungai Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo', *Sains dan Teknologi Lingkungan*, Vol. 7 No. 1(2015), 41–50.